

# QUARK UP E QUARK DOWN: APLICAÇÃO DE UM MATERIAL DIDÁTICO INTERATIVO PARA O ESTUDO DE EQUAÇÕES DE EMISSÕES RADIOATIVAS

Paula Jade Conceição Silva, Bárbara Cristina Tavares Moreira  
*Universidade do Estado da Bahia, Salvador, Bahia, Brasil*

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho é discutir a aplicação de um material didático (MD), com foco no ensino-aprendizagem de Radioatividade, composto por textos com atividades para resolução em lousa magnética. O MD visa incentivar a leitura, propiciar a interatividade, exercitar a construção e a análise de equações de emissões radioativas, diferenciar partículas atômicas elementares e não elementares e diminuir a abstração acerca das mesmas. Com a técnica de estudo dirigido, o MD foi aplicado em turmas de Ensino Superior e Médio e, a partir da análise de questionamentos e observações de estudantes e de respostas a um questionário, concluímos que o mesmo alcançou os propósitos estabelecidos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Material Didático. Ensino de Química. Radioatividade. Quarks.

**INTRODUÇÃO E OBJETIVO:** O ensino das Ciências enfrenta vários desafios, incluindo o de despertar o interesse do estudante e torná-lo hábil para desenvolver-se na vida adulta. Isto se deve principalmente à revolução tecnológica, na qual as informações são recebidas de forma instantânea, trazendo como consequência uma impaciência ao estudante para assistir aulas sem muito dinamismo ou obter informações através de livros didáticos (LDs). No Brasil, em uma tentativa de tornar estes livros mais atrativos para o estudante, os autores, incluindo aqueles voltados para o ensino médio (EM), estão em constante modificação na construção de seus exemplares, adicionando ferramentas audiovisuais e materiais digitais.

Entretanto, ainda existem limitações relativas à forma de abordagem e à explicação de diversos conteúdos, tal como Radioatividade. Em relação às tentativas de minimizar as carências identificadas neste ensino, a quantidade de materiais didáticos (MDs) produzidos ainda é pequena quando comparada aos publicados sobre outros conteúdos.

Na varredura feita em periódicos relacionados à pesquisa em Ensino de Química, no período dos últimos 20 anos, não encontramos registros, sobre Radioatividade, na perspectiva da construção, por parte dos estudantes, das equações de emissões radioativas e análise das mesmas quanto às mudanças importantes das partículas do núcleo atômico, incluindo os rearranjos entre os quarks - formadores dos prótons e nêutrons. Entendemos que tais mudanças são essenciais para a compreensão do decaimento radioativo e suas representações. Diante disto, verifica-se a necessidade da criação de novos MDs para ampliar os conhecimentos dos estudantes e esclarecer possíveis brechas deixadas em LDs.

O objetivo deste artigo é discutir a aplicação do MD, constituído de três textos, para ser trabalhado de forma interativa utilizando a técnica de estudo dirigido. O MD foi desenvolvido no componente curricular Oficina de Produção para o Ensino de Química (Ofpeq), integrante da matriz curricular do curso de Licenciatura em Química (LicQui) da Universidade do Estado da Bahia (UNEB). O foco do MD é o ensino de Radioatividade na perspectiva de analisar e construir equações de emissões radioativas e, especificamente: aumentar a participação dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem; abordar princípios da Física Nuclear diferenciando partículas elementares e não elementares; e explicitar aspectos subjetivos das emissões radioativas.

## MARCO TEÓRICO

A análise da abordagem de Radioatividade em LDs voltados para o EM, feita por Castro e Ferreira (2011), mostra que, com o passar dos anos, houve um aumento na tendência da contextualização, mas ainda há uma apresentação muito tecnicista, apenas “citando mais utilidades, abordando um pouco mais o conteúdo, relacionando com mais exemplos o assunto na sociedade, tentando desmitificar a Química como algo perigoso [...]” (Castro e Ferreira, 2011, p.1).

Entendemos que o ensino de Radioatividade apresenta, ainda hoje, muita dificuldade tanto para quem ensina quanto para quem aprende. Isto está relacionado a alguns fatores, como o fato deste conteúdo precisar de grande abstração, pois as transformações ocorrem a nível microscópico, especificamente no núcleo. Além disso, é difícil de serem demonstrados experimentalmente em salas de aula, tal como relatado por Mateus (2010).

Outro problema relacionado ao ensino de Radioatividade é a sua relação direta com a Física Nuclear, área que vai além dos aportes da Química. Como o ensino depende do mediador, e estes em seus cursos de licenciatura acabam, muitas vezes, não recebendo o embasamento teórico necessário para a abordagem em sala de aula, em geral limitam seu conhecimento aos noticiários de televisão e internet. Tais fatos acabam restringindo a aprendizagem tanto no EM quanto no ensino superior (ES), como explicitado a seguir:

Os professores [...] possuem um grau de dificuldade mediano para o ensino de Física Nuclear e Radioatividade, em acordo com uma formação inicial contemplando alguns tópicos dessa subárea da Física de forma superficial ou pelo acesso a muitas informações na mídia em geral. (Araújo e Dickman, 2013, p. 7).

Esta dificuldade acaba refletindo no ensino do conteúdo, colocando-o apenas como um tópico em Modelos Atômicos. Baseado nessas evidências, defendemos o ensino específico de Radioatividade, por acreditarmos que os estudantes precisam estar embasados de conhecimentos peculiares para compreenderem as notícias que aparecem de maneira recorrente na mídia. A propagação de informações superficiais acaba limitando os estudantes a acharem, por exemplo, que a radioatividade está associada apenas aos acidentes nucleares, tendo assim, uma visão negativa a respeito deste conteúdo, fato apurado por Lobato e Medeiros (2010, p.73). Segundo eles, 82% dos estudantes “associava a terminologia ‘radiações’ predominantemente a malefícios ao homem ou ao meio ambiente.”. Ou seja, eles desconheciam ou desconsideravam as especificidades e as suas aplicações benéficas, como a datação de objetos e o uso na medicina nuclear.

Diante do exposto, o MD aplicado demonstra uma forma de incluir a Física Moderna no currículo do EM, atendendo ao que determina a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional-LDB (Brasil, 1996), e esclarece as informações subjetivas que nem sempre são de fato apreendidas por professores e estudantes. Em adição, o MD segue também as sinalizações dos Parâmetros Curriculares Nacionais

para o Ensino Médio (PCNEM) em conjunto com as Orientações Complementares (PCN+). Em nossa percepção, concordando com Araújo e Dickman (2013), há dificuldades práticas para a implementação do que determina a LDB e orientam os PCNs; dificuldades estas associadas à limitação do aporte teórico da maioria dos professores de Química, em decorrência da carência ou pouca discussão deste conteúdo em cursos de Licenciatura.

## METODOLOGIA

O MD aplicado é constituído de três Textos (1, 2 e 3); uma lousa magnética (com caneta e apagador); 77 peças magnéticas representando modelos de átomo, próton, nêutron, *quarks* e símbolos de algumas partículas atômicas; e 200 adesivos para representar os elétrons. Os textos possuem atividades para serem respondidas em lousa magnética e foram aplicados no EM e no ES, efetuando-se os recortes necessários para adequar aos objetivos estabelecidos em cada turma. O MD foi aplicado, usando a técnica de estudo dirigido, em uma turma de ES - no componente curricular Química Geral I, do curso de LicQui/UNEB - e duas de EM, no primeiro e terceiro anos, no Colégio São Bento – Salvador/Bahia. No primeiro ano aplicou-se o Texto 1 que aborda os conceitos básicos do conteúdo, diferenciando as partículas subatômicas (prótons, elétrons e nêutrons) e os números atômico e de massa. No ES e no terceiro ano do EM, além do Texto 1, foram aplicados o Texto 2, contemplando a constituição das partículas elementares e não elementares e o cálculo das magnitudes de suas cargas; e o Texto 3, o qual discorre sobre a instabilidade nuclear e decaimentos radioativos. Na turma de terceiro ano, alguns recortes foram feitos considerando a complexidade dos conceitos. Procedemos à avaliação do MD a partir da análise das respostas dos estudantes do ES a um questionário; e das observações e anotações sobre os questionamentos e comentários dos estudantes do EM e ES no decorrer das aplicações.

## RESULTADOS

Procuramos identificar nas aplicações se os principais aspectos pensados durante a elaboração do MD tinham sido alcançados pelos estudantes. A interatividade dos textos, essencial para o incentivo à leitura; as mudanças ocorridas no núcleo, a partir dos rearranjos entre os quarks - formadores dos prótons e nêutrons; a compreensão do decaimento radioativo e o significado das representações das equações. Para alicerçar esta discussão sobre aplicação do MD, destacamos alguns fragmentos das respostas de estudantes de ES, os quais são aqui identificados com a letra E, seguida de um numeral.

Radioatividade é um tema interessante e não foi trabalhado no meu ensino médio, e ainda não tive oportunidade de estudá-lo no ensino superior. [...] O que eu mais gostei foi o material didático em si, lousa magnética de fácil manuseio, atrativa e que pode ser utilizada para diversos conteúdos de Química. (E1)

O estudante E5 reforça a opinião de E1 sobre o atrativo da lousa magnética: “[...] o material que nos foi fornecido no início da abordagem (o quadro), [...] desde o início, despertou a atenção de todos a respeito da ação que seria realizada”; enquanto E4 ratifica a escolha do conteúdo, sinalizada por E1, ao afirmar: “[...] gostei foi do fato de poder aprender mais sobre o conceito (de radioatividade), que apesar de já ter visto, dessa vez me foram apresentados outros tópicos que até então não tinha abordado.”

Das respostas obtidas, pode-se deduzir que realmente a lousa magnética chamou a atenção - atendendo ao propósito de despertar o interesse dos estudantes para o aprendizado - e que o conteúdo Radioatividade os mobilizou tanto em relação às associações possibilitadas com conhecimentos anteriores quanto a aprendizados de novos conceitos.

Em todas as aplicações, foi perceptível a interação dos estudantes com o MD. Na turma de primeiro ano, ao trabalharmos o Texto 1 eles estabeleceram correlação com conteúdos vistos anteriormente, identificando átomos isóbaros, mesmo sem que isto fizesse parte da atividade.

Na aplicação do Texto 2, os estudantes foram desafiados a representar, na lousa magnética, a constituição das partículas não elementares (prótons e nêutrons) a partir das partículas elementares (quarks up e down), utilizando, para isto, informações obtidas no próprio texto relativas às cargas destas partículas. Desta forma, na resolução desta atividade, os estudantes demonstraram o entendimento sobre a transformação do nêutron em próton a partir da recombinação de quarks, conhecimento essencial para a compreensão do decaimento Beta – tema abordado no Texto 3.

Na discussão sobre decaimento radioativo (Texto 3), os estudantes foram orientados a construir, na lousa, equações nucleares utilizando as peças magnéticas representativas dos modelos de átomo e das partículas alfa, beta, elementares e não elementares. Assim, surgiu o questionamento sobre a necessidade de explicitar a emissão da partícula beta e se esta seria um elétron que sai do núcleo de um átomo. Isto nos levou a dois aspectos importantes. Um relativo ao potencial do MD em propiciar a interação e reflexão do estudante – uma vez que o manuseio das peças facilitou a abstração quanto à recombinação de partículas elementares para gerar novos nucleóons associados às partículas alfa e/ou beta; e outro sobre a revisão da representação que havíamos adotado para um átomo. De modo geral, identificamos novos pontos que necessitam de ajustes e esclarecimentos. Refinamos, então, o cuidado com a clareza da linguagem e percebemos a dificuldade de satisfazer ao mesmo tempo uma notação da Física e da Química. Nesta última, usamos a notação  ${}^A_ZX$  para nos referir a um átomo como um todo, enquanto que na Física/Química Nuclear, a notação utilizada se restringe ao núcleo do átomo. Logo, há, sim, a necessidade de se representar: o núcleo de origem, o núcleo gerado e a partícula que sai do núcleo em direção à vizinhança, não sendo necessária a representação da eletrosfera. Este é outro ponto importante porque, sob a referencial da Química, ao olharmos a notação acima é natural correlacionar aos prótons, nêutrons e aos elétrons; mas no contexto da Física Nuclear a representação de  $Z$  não tem correlação com os elétrons, uma vez que os mesmos não são nucleóons.

Embora os Textos 2 e 3 apresentassem termos densos e desconhecidos, alguns estudantes faziam continuamente questionamentos aprofundados sobre o conteúdo (tal qual a diferenciação de neutrinos e antineutrinos a partir do spin) e por conta própria, demonstravam matematicamente na lousa a instabilidade para átomos e as possíveis emissões. Assim, inferimos que de forma geral houve avanços na compreensão do conteúdo e na aquisição de novos conceitos como quarks up e down e as transformações possíveis dos prótons e nêutrons, partículas não elementares.

Algumas dificuldades no MD foram percebidas durante as aplicações. Dentre elas, o manuseio das peças imantadas, representativas dos prótons e nêutrons, devido ao seu tamanho reduzido; e dos adesivos representativos dos elétrons. Neste último caso, pensamos em adequar a representação apenas para os elétrons de valência e usar massas de modelar, uma vez que o objetivo do MD é explicitar as diferenças ocorridas apenas nos núcleos atômicos após decaimentos radioativos.

## CONCLUSÕES

As aplicações demonstraram que o MD aparece como uma alternativa promissora no processo de ensino-aprendizagem de Radioatividade, e pode ser utilizado no EM e ES, possibilitando ao mediador a adequação de acordo com seus objetivos. Mostraram, também, o potencial de tornar o estudante ativo no processo, de forma interativa e incentivar a leitura. A participação dos estudantes revelou também seu potencial para diminuir a abstração do conteúdo e compreensão para as mudanças ocorridas nos núcleos atômicos.

Concluimos, por fim, a partir das aplicações, que o MD proposto alcançou o objetivo principal de contribuir para facilitar a compreensão do conteúdo Radioatividade, esclarecendo a nível elementar as equações de emissões radioativas e propiciando a análise do significado das simbologias utilizadas, aspectos não contemplados nos livros didáticos rotineiramente utilizados no ensino de Química.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, M. C.; DICKMAN, A. G. (2013). Energia nuclear e radioatividade: Como estes tópicos são abordados pelos professores no ensino médio. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Águas de Lindóia. *Anais...* Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R0386-1.pdf>>. Acessado em 29/03/2016.
- BRASIL. (1996). Lei 9394/96, de 20.12.1996. Estabelece as diretrizes e bases para a educação nacional. *Diário Oficial da União*. Brasília: Gráfica do Senado, 134 (1248), 2783327841.
- CASTRO, D.L. & FERREIRA, R.V.F. (2011). Análise da abordagem do tema radioatividade em livros didáticos de 1980 a 2010. In: Simpósio Brasileiro de Educação Química, 9º, Natal. *Anais....* Disponível em: <<http://www.abq.org.br/simpequi/2011/trabalhos/81-7221.htm>>. Acessado em 29/03/2016.
- LOBATO, A. C. & MEDEIROS, M. DE A. (2010). Contextualizando a abordagem de radiações no ensino de Química. *Revista Ensaio*. 12,3. Disponível em: <http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/viewFile/523/516>. Acessado em 29/03/2016.
- MATEUS, A. L., PORTO, P. A. & FANTINI, L.H. (2010). A História Química da Radioatividade: incluindo fenômenos em uma abordagem histórica dos modelos atômicos. In: XV Encontro Nacional de Ensino de Química, Julho, Brasília. *Anais....* Disponível em: <<http://www.xvneq2010.unb.br/resumos/R1184-1.pdf>>. Acessado em 17/01/2017.

